

## PENGUATAN SIFAT MEKANIK KAYU KELAPA SAWIT DENGAN TEKNIK IMPREGNASI REAKTIF MONOMER STIRENA

M. Said Siregar

Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Email: [msaidregars@gmail.com](mailto:msaidregars@gmail.com)

## Abstract

*The impregnation technic can be done to improve the quality of palm wood. The dried palm wood specimens were impregnated with styrene monomer and heated at 120°C for 30 minutes. The physical and mechanical properties of impregnated palm wood improved. The outer of palm wood and sixth metres high which impregnated with styrene 20% were the best physical and mechanical properties. The specimen be long to wood classification III ( Indonesian National Standard, SNI 033527-1994).*

*Keywords: palm wood, mechanical properties, impregnation, styrene.*

## Abstrak

*Teknik impregnasi dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas kayu kelapa swit. Spesimen kayu kelapa sawit kering diimpregnasi dengan monomer stirena dan dipanaskan pada suhu 120°C selama 30 menit. Sifat-sifat fisika dan mekanik kayu kelapa sawit yang diimpregnasi meningkat. Kayu bagian luar dengan ketinggian enam meter dari tanah yang diimpregnasi dengan stirena 20% memiliki sifat fisika dan mekanik yang paling baik yang setara dengan kayu kelas III ( Standar Nasional Indonesia, SNI 033527-1994)*

*Kata kunci: kayu kelapa sawit, sifat mekanik, impregnasi, stirena.*

## A. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara yang memiliki lahan perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia. Potensi kayu kelapa sawit (kks) di Indonesia cukup besar, dalam 1 hektar kerapatan penanaman kelapa sawit 130-143 pohon dan pada saat peremajaan terdapat 117 pohon per hektar. Diperkirakan pada tahun 2008-2015 jumlah pohon tua yang ditebang mencapai 11,7 juta pohon per tahun atau setara dengan 5,58 juta ton kayu kering<sup>1</sup>. Jadi ketersediaan kayu kelapa sawit akan terus ada sepanjang tahun karena peremajaan tanaman kelapa sawit dilakukan terus menerus. Kayu kelapa sawit adalah kayu dengan kualitas rendah sehingga harus mengalami pengolahan khusus sebelum digunakan baik untuk bahan bangunan maupun kegunaan lainnya. Struktur kayu kelapa sawit tidak memiliki serat untuk fungsi mekanis, sehingga sangat rapuh dan tidak stabil. Untuk menjadi bahan yang baik, kayu kelapa sawit perlu dilakukan pengawetan maupun perlakuan kimia untuk meningkatkan kualitasnya.

Upaya meningkatkan kualitas kayu kelapa sawit dari kayu berkualitas rendah menjadi kayu yang berkualitas tinggi telah banyak dilakukan, salah satunya meningkatkan kestabilan dimensi kayu. Kestabilan dimensi ini dapat dilakukan dengan berbagai metode seperti metode fisik dan metode kimia. Perlakuan metode fisik antara lain pengeringan kayu dalam oven, pelapisan permukaan kayu<sup>2</sup>, sedangkan metode kimia antara lain dengan cara asetilasi dan formaldehidasi<sup>3</sup>.

Pengawetan kayu dengan cara oven atau dengan pengeringan dapat berlangsung secara merata sehingga pada kelembaman tertentu dimensi kayu menjadi stabil. Akan tetapi ini tidak

bertahan lama, karena air dapat berdifusi kembali ke dalam kayu selama pemakaian<sup>4</sup>.

Untuk mencegah terjadinya difusi air dapat dilakukan pelapisan dengan cara memplitur atau sejenisnya<sup>5</sup>. Namun apabila terjadi benturan dengan benda lain dapat berakibat permukaan kayu terbuka sehingga air berdifusi dan kayu dengan mudah mengembang.

Pengisian pori-pori kayu dengan bahan kimia atau zat adiktif dapat mengurangi hidrofilitas kayu sehingga pengembangan atau penyusutan volume kayu berkurang<sup>6</sup>. Cara ini pun kurang sempurna karena pada proses tertentu zat adiktif dapat berdifusi keluar dari pori-pori kayu. Jadi memungkinkan kayu kembali mengabsorpsi air.

Pembentukan ikatan kimia antara komponen utama kayu dengan bahan adiktif kelihatan lebih permanen, sehingga ini dapat dijadikan metode peningkatan stabilitas dimensi kayu. Cara asetilasi dan formaldehidasi dengan pemakaian katalis asam klorida dan pelarut asam asetat glasial telah dikenal dengan metode yang cukup baik untuk meningkatkan stabilitas dimensi kayu.

Untuk meningkatkan stabilitas dimensi kayu kelapa sawit, pemanfaatan material berbasis polimer dengan teknik impregnasi dapat dijadikan alternatif. Salah satu bahan polimer adalah monomer stirena<sup>7</sup>.

Penggunaan stirena memiliki kelebihan dalam berbagai hal yaitu ringan, mudah dibentuk, cukup kuat, relatif murah dan dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Monomer stirena yang terimpregnasi ke dalam pori-pori kayu kelapa sawit diharapkan akan mengalami polimerisasi<sup>8</sup> sehingga membentuk jaringan yang

permanen di dalam kks sehingga memperkuat struktur<sup>9</sup> kayu kelapa sawit.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian peningkatan sifat-sifat mekanik kayu kelapa sawit dengan impregnasi kayu kelapa sawit dengan menggunakan monomer stirena, yang diharapkan dapat memperkuat kayu kelapa sawit.

## B. METODE PENELITIAN

### Bahan

- Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini :
  - Monomer stirena.
  - Benzen, sebagai pelarut.
  - Benzoil Peroksida, sebagai inisiator pada proses polimerisasi.
- Sampel kayu kelapa sawit yang digunakan pada penelitian ini diambil dari batang dewasa pada saat peremajaan dengan umur 25 tahun dari perkebunan Aek Pancur, Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan, ketinggian 2 meter, 4 meter, 6 meter dan 8 meter.

### Penyediaan Spesimen Kayu Kelapa Sawit

Kayu kelapa sawit diambil dari kebun Pusat Penelitian Kelapa Sawit, yang sedang diremajakan, dipotong melintang apada bagian tengah sepanjang 1 meter. Potongan batang kelapa sawit dikupas kulitnya dan dibelah membentuk papan dengan tebal 5 cm, yang kemudian dikeringkan di udara terbuka selama 8 jam. Spesimen dibentuk membujur dengan ukuran 15 x 2 x 2,5 cm, yang dibedakan bagian pinggir (P), tengah (T) dan inti (I). Sebelum diperlakukan, semua specimen dibersihkan dan dikeringkan lebih lanjut dalam oven vakum pada suhu 40 °C sampai diperoleh massa yang konstan.

### Impregnasi monomer stirena ke dalam kks

Spesimen kks bagian pinggir (P), tengah (T) dan inti (I) dikering oven dengan suhu 40°C sampai di dapatkan massa konstan , direndam dalam gelas ukur 1000 mL yang berisi larutan monomer stirena (pelarut benzene) dengan berbagai konsentrasi, 10%, 15%, 20% dan 25% dan penambahan inisiator benzoil peroksida. Proses impregnasi spesimen kks dengan larutan monomer stirena dilakukan selama 48 jam. Kemudian kks yang sudah diimpregnasi dengan monomer stirena dipanaskan pada suhu 120 °C selama 30 menit sehingga polimerisasi stirena terjadi. Spesimen kks hasil impregnasi dikarakterisasi uji sifat fisik (massa jenis), uji sifat mekanik (Modulus patah/MOR, Modulus Elastis/MOE) dan FT-IR.

### Karakterisasi Spesimen kks

Spesimen kks sebelum dan sesudah perlakuan impregnasi dikarakterisasi untuk

dibandingkan dengan standar kayu, yang meliputi parameter : massa jenis ( $\rho$ : g/cm<sup>3</sup>), Modulus Patah/Modulus Of Ruptur (MOR:kg/cm<sup>2</sup>), Modulus Elastisitas/Modulus Of Elasticity(MOE: kg/cm<sup>2</sup>).

### Uji massa jenis

Pengujian massa jenis kks dilakukan dengan metoda water displasment. Massa jenis kks ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$D = \frac{W}{V}$$

dengan :

D = Massa Jenis (g/cm<sup>3</sup>)

W = Berat Spesimen (g)

V = Volume yang dipindahkan oleh spesimen (cm<sup>3</sup>)

### Uji Modulus Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE)

Sifat keteguhan lentur patah dan sifat keelastisan kks setelah diimpregnasi dilakukan uji modulus patah dan uji modulus elastisitas. Pengujian modulus patah dan modulus elastisitas dilakukan dengan alat uji tekan terhadap spesimen. Spesimen diletakkan di dua titik dari masing-masing kedua bagian ujung spesimen sebagai penyanggah pada alat uji tekan dan kemudian dikenakan penekanan pada beban 1000 kg tepat di tengah-tengah spesimen dengan kecepatan tekanan 50 mm/menit kemudian dicatat beban maksimum ( $F_{max}$ ) dan regangan pada saat spesimen patah<sup>10</sup>.

Rumus yang digunakan untuk menghitung modulus patah dan modulus elastisitas adalah :

$$MOR = \frac{3 P L}{2 l t^2}$$

$$MOE = \frac{P' L^3}{4 y l t^3}$$

dengan :

MOR = Modulus Patah ( kg/cm<sup>2</sup>)

MOE = Modulus Elastisitas (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Beban Patah (kg)

P'= Beban pada yield (beban lentur)(kg)

L = Jarak sanggah(cm)

l = Lebar specimen (cm)

t = Tebal spesimen (cm)

y = Jarak defleksi (cm)

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi awal kayu kelapa sawit

Spesimen kayu kelapa sawit, setelah dikeringkan di dalam oven suhu 40 °C sampai massa konstan dilakukan karakterisasi awal yang meliputi sifat fisik (massa jenis), sifat mekanik (MOR, MOE). Sifat fisik dan mekanik

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa sifat-sifat fisik dan mekanik kks dipengaruhi oleh faktor ketinggian dan kedalaman batang kelapa sawit. Sampel 2P ketinggian 2 meter (paling rendah) dan bagian pinggir memiliki sifat fisik dan mekanik paling baik yaitu massa jenis 0,47 g/cm<sup>3</sup>, MOR 217,3 Kg/cm<sup>2</sup>, MOE 15.685,6 Kg/cm<sup>2</sup>. Semakin tinggi batang dan semakin ke bagian dalam inti, kualitas kks semakin rendah. Hal ini berhubungan dengan kandungan serat dalam kks. Jika kandungan serat kks semakin tinggi maka kks semakin kuat. Kandungan serat pada kks tergantung pada ketinggian dan kedalaman batang. Semakin tinggi batang maka kandungan serat semakin sedikit, begitu juga jika semakin ke bagian dalam inti kandungan serat berkurang. Sedangkan kandungan air dan pati sebaliknya. Setelah kks dikeringkan, dimana air yang pada mulanya terdapat pada jaringan parenchim di daerah antara serat kks menjadi kosong meninggalkan rongga-rongga yang mengakibatkan menurunnya sifat-sifat fisik dan mekanik kks.

Dari data table 4 maka kks kering termasuk klasifikasi kelas V menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 03 3527-1994).

Tabel 4. Data karakteristik sifat fisik dan mekanik kks kering.

Spesimen	Massa jenis (g/ml)	MOR (Kg/cm <sup>2</sup> )	MOE (Kg/cm <sup>2</sup> )
2P	0,47	217,3	15.685,6
2T	0,43	194,1	12.982
2I	0,35	190,5	11.008
4P	0,45	195,2	13.241
4T	0,37	189,7	11.782
4I	0,34	183,6	11.010
6P	0,38	190,4	12.201
6T	0,33	180,3	11.020
6I	0,27	175,2	10.112
8P	0,33	183,6	11.042
8T	0,28	175,3	10.100
8I	0,25	172,4	9.236

Keterangan: P = Pinggir

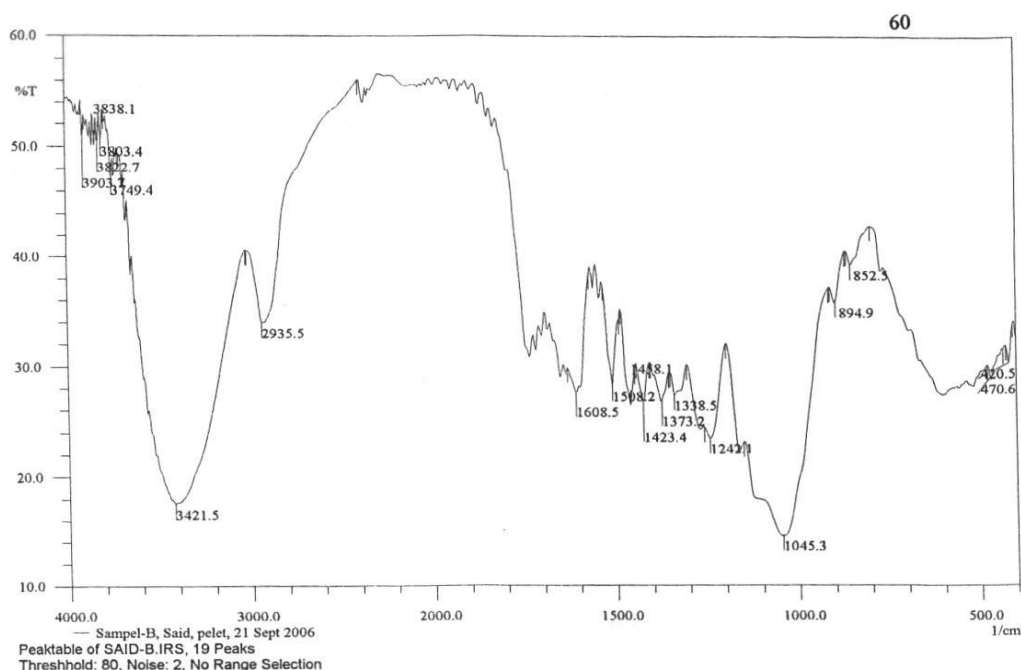
T = Tengah

I = Inti

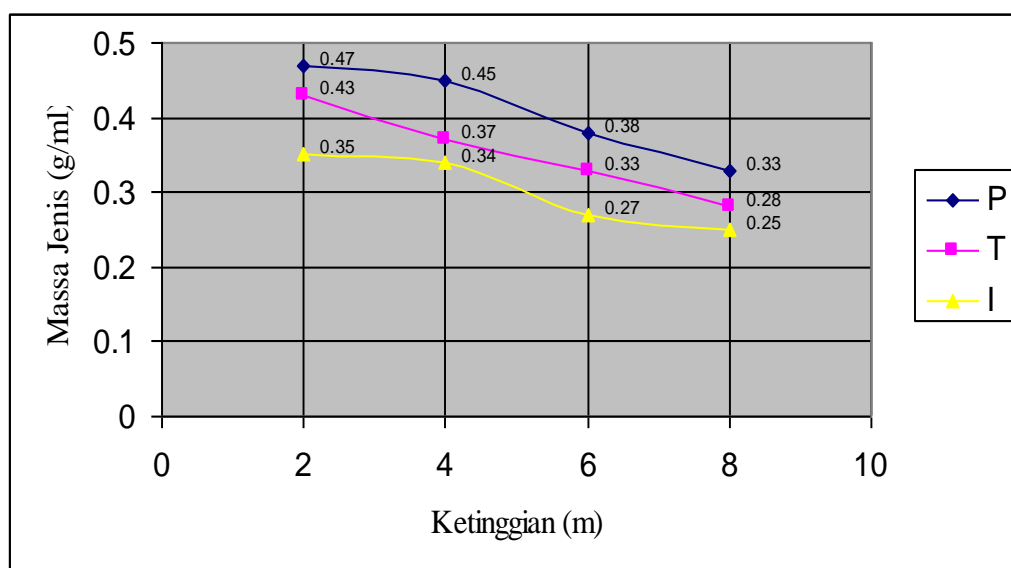
Karakterisasi kks terimpregnasi

Sifat-sifat fisik kks

Dari Tabel 5. dapat dilihat bahwa, spesimen kayu kelapa sawit setelah diimpregnasi dengan monomer stirena dan dipanaskan pada suhu 120 °C selama 30 menit, mengalami pengembangan sehingga volume specimen bertambah. Diketahui bahwa jaringan parenchim, yang terdapat pada daerah antara serat kks merupakan bagian yang banyak mengandung air.



Gambar 6. Spektrum IR kayu kelapa sawit kering.



P, T dan I = Spesimen kks bagian pinggir, tengah dan inti.

Gambar 7. Grafik Massa Jenis Vs Ketinggian Kayu Kelapa Sawit kering.

Setelah kks dikeringkan bagian ini menjadi memiliki rongga-rongga kosong yang dapat menyerap impregnan. Rongga ini yang pada mulanya mengandung air keberadaannya pada kks dipengaruhi oleh ketinggian dan kedalaman batang. Semakin tinggi dan semakin ke bagian dalam batang rongga ini semakin banyak sehingga impregnan lebih banyak diserap dan kks mengalami pengembangan lebih besar. Semakin tinggi dan semakin ke bagian dalam batang kelapa sawit komponen air kks makin besar. Setelah kks dikeringkan rongga yang pada mulanya mengandung air inilah yang kembali diisi oleh resin impregnan, sehingga pengembangan paling besar terjadi pada specimen kks yang semula mengandung air banyak yaitu specimen paling tinggi dan paling dalam.

Kemudian kks yang diimpregnasi larutan stirena dengan berbagai konsentrasi mengakibatkan perubahan massa jenis, dimana massa jenis paling tinggi adalah kks bagian pinggir dan ketinggian 6 meter (6P) yang diimpregnasi dengan larutan stirena 20%. Kayu kelapa sawit sebelum diimpregnasi memiliki massa jenis yang dipengaruhi oleh ketinggian dan kedalaman batang. Spesimen dari kelapa sawit paling rendah dan paling luar (pinggir). Setelah diimpregnasi dengan stirena maka massa jenis kks juga dipengaruhi oleh banyaknya resin stirena yang masuk. Banyaknya resin stirena yang dapat terimpregnasi ke dalam kks semakin banyak jika rongga-rongga yang kosong makin banyak. Jadi ada tiga faktor yang mempengaruhi besarnya massa jenis kks terimpregnasi stirena yaitu ketinggian dan kedalaman batang kks serta banyaknya resin yang dapat diimpregnasikan.

#### Sifat-sifat mekanik kks

Sifat-sifat mekanik kks paling baik diperoleh untuk specimen kks 6P, kayu bagian pinggir ketinggian 6 meter dari permukaan dan larutan stirena 20%. Sebelum kks diimpregnasi, yang mempengaruhi sifat-sifat mekanik adalah kandungan serat kks. Jika kandungan serat tinggi maka sifat-sifat mekanik kks meningkat. Kandungan serat kks semakin besar jika ketinggian rendah dan bagian pinggir.

Setelah kks diimpregnasi dengan stirena, rongga-rongga terisi oleh resin dan terbentuknya jaringan polimer di dalam dan bagian luar specimen akan mempengaruhi (memperkuat) sifat-sifat mekanik kayu. Sehingga setelah kks diimpregnasi maka sifat-sifat mekanik dipengaruhi oleh dua faktor yaitu kandungan serat dan banyaknya jaringan polimer yang terbentuk. Kombinasi kedua faktor inilah yang mempengaruhi sifat-sifat mekanik akhir specimen kks.

Molekul-molekul stirena mengisi rongga-rongga kosong kks serta dengan adanya pemanasan akan terjadi polimerisasi monomer stirena menjadi polistirena yang membuat struktur tiga dimensi kks terisi dan menjadi padat oleh polistirena. Karena terbentuknya jaringan polimer stirena di bagian dalam pori-pori dan pada bagian luar specimen kks maka sifat-sifat mekanik kks meningkat; 3,4 kali (MOR); 5,43 kali (MOE).

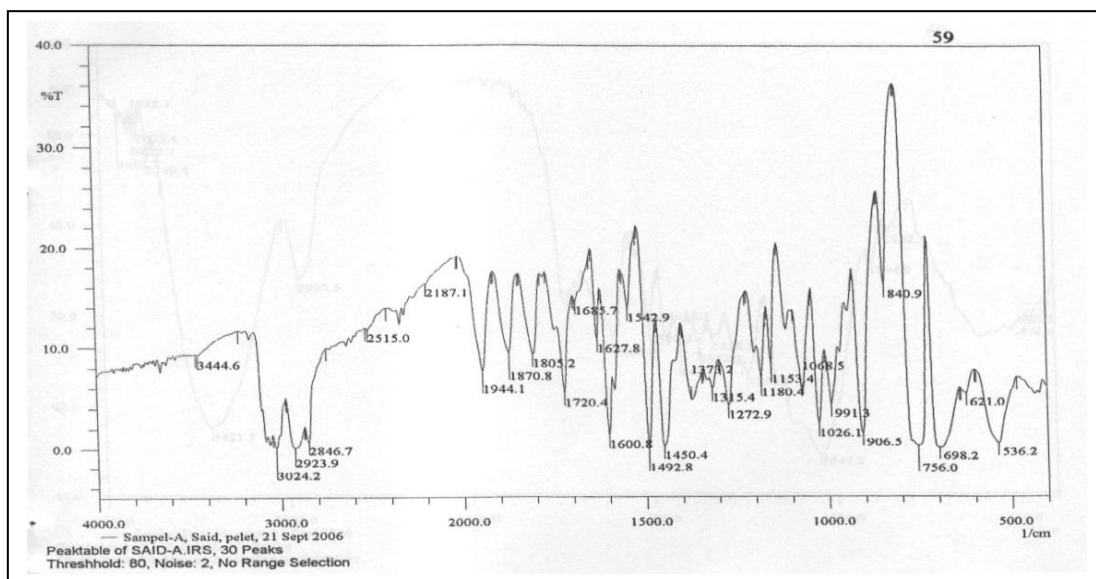
#### Karakteristik Polistirena

Analisis gugus fungsi polistirena dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri Infra Merah Transformasi Fourier (FT-IR). Analisis ini dimaksudkan untuk mengetahui jenis gugus fungsi yang terdapat dalam polistirena, specimen kks setelah diimpregnasi dengan

polistirena (bagian dalam dan luar) dianalisis dengan teknik pellet KBr di Laboratorium Kimia Organik UGM Yogyakarta.

Gambar 8. merupakan spektra polistirena yang dihasilkan pada polimerisasi stirena yang

dilakukan di dalam beaker glass dengan konsentrasi monomer 20% dan pemanasan selama 30 menit.

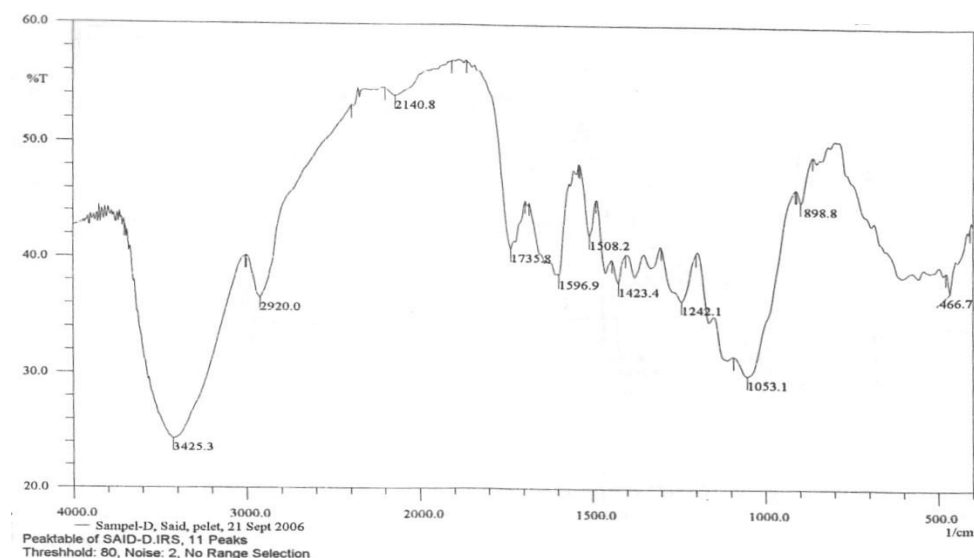


Gambar 8. Spektrum IR Polistirena standar

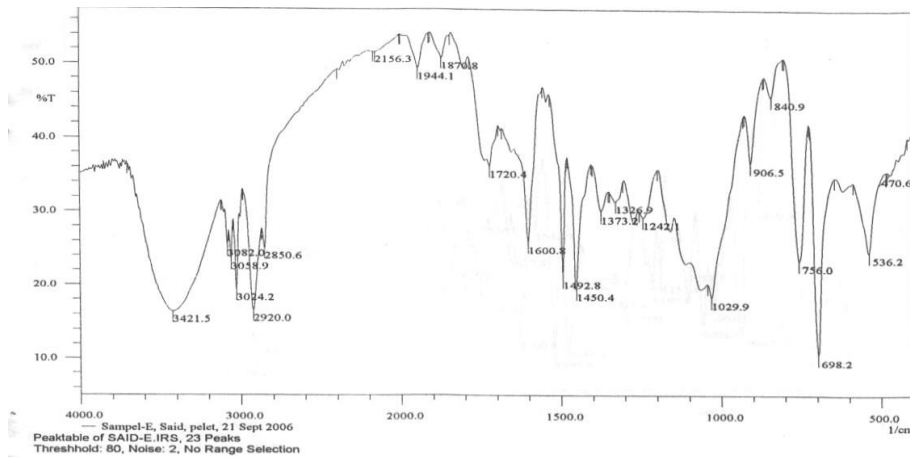
Dari gambar 8. diperoleh data seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Hasil analisis gugus fungsi polistirena.

Sampel	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Gugus Fungsi yang diamati
Polistirena	3024.2	C – H Aromatik
	2846.7	Ulur C – H alifatik
	1600.8; 1492.8 dan 1450.4	Ulur gugus fenil
	756.0	Deformasi hydrogen
	698.2	Deformasi gugus fenil



Gambar 9. Spektrum IR kks terimpregnasi stirena, bagian dalam.



Gambar 10. Spektrum IR kks terimpregnasi stirena, bagian luar.

Spesimen kks kering juga dianalisis dengan FT-IR seperti ditampilkan pada gambar 6

Hasil analisis FT –IR untuk specimen kks yang diimpregnasi dengan stirena dan pemanasan ditampilkan pada gambar 9 (kks bagian dalam) dan gambar 10 (kks bagian luar). Dari gambar 9 dapat diperoleh informasi bahwa stirena monomer yang diimpregnasi ke dalam kks sedikit yang mengalami polimerisasi menghasilkan polistirena. Sedangkan dari gambar 10 diperoleh informasi bahwa monomer stirena yang terimpregnasi menghasilkan polistirena. Ini ditandai oleh munculnya serapan pada bilangan gelombang 3024,2 ; 2846,7 ; 1600,8 ; 1492,8 ; 145,4 ; 756,0 dan 698,2 yang merupakan serapan khas untuk senyawa polistirena.

#### D. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Impregnasi reaktif stirena terhadap kks dapat meningkatkan sifat-sifat fisik dan mekanik kks.
2. Data karakteristik kayu yang dihasilkan setelah diimpregnasi dengan stirena menyatakan bahwa kks tersebut termasuk klasifikasi kayu golongan III ( SNI 033527-1994).

#### E. DAFTAR PUSTAKA

1. Prayitno dan Darnoko.1994. *Karakterisasi Papan Partikel dari Pohon Kelapa Sawit*. Berita PPKS. Medan.

2. Feingel. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, reaksi-reaksi*. Cetakan pertama. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
3. Ahmadi. 1990. *Kimia Kayu*. Penelaah Wasrin Safii. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
4. Sjosron. 1984. *Kimia Kayu, Dasar dan Penggunaan*. Edisi kedua. UGM Press. Yogyakarta.
5. Lubis. 1994. *Prospek Industri dengan Bahan Baku Limbah Padat Kelapa Sawit di Indonesia*. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
6. Tommimura. 1991. *Chemical Characteristics of Oil Palm Trunk*. Japan Agric. Tokyo.
7. James, D. H. 1985. *Styrene Polymers, Monomer, Styrene Polymer*. Volume 16.
8. Meister, B. J., Malanga M. T. 1985. *Polymerization, Styrene Polymers*. Volume 16.
9. Seymour. 1984. *Structure Property Relationship in Polymer*. Plenum Press. New York.
10. Wirjosentono, B. 1996. *Struktur dan Sifat Mekanis Polimer*. Intan Dirja Lela Press. Medan.